

## БИТУМИНОЗНЫЕ УГЛИ И СЛАНЦЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

*В.В. Крапивенцева\*, В.Г. Варнавский\*, В.Е. Кузнецов\*\**

*\*Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, г. Хабаровск*

*\*\*Дальгеофизика, г. Хабаровск*

Юга Дальнего Востока России обладает значительными потенциальными ресурсами бурых и каменных углей. Здесь широко развиты палеоген-неогеновые бурые и нижнемеловые каменные битуминозные угли (Хабаровское, Базовское, Мухенское месторождения, Буреинский каменноугольный бассейн в Хабаровском крае, Свободное, Тындинское и др. месторождения в Амурской области, Бикинское, Павловское месторождения, Раздольненский каменноугольный бассейн в Приморском крае).

На юго-востоке Сибирской платформы среди рифей-кембрийских осадочных комплексов значительное распространение имеют горючие сланцы и битуминозные известняки. Изученные битуминозные угли и горючие сланцы рассматриваются в сравнительном плане с битуминозными углями Восточного Китая как нетрадиционные объекты и возможные источники углеводородного сырья для энергетики и химической промышленности будущего.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема топливно-энергетических ресурсов является наиболее острой из экономических проблем Дальнего Востока. Ведущее место в ее решении отводится энергетическим углям. В то же время, край обладает значительными потенциальными ресурсами бурых и каменных углей, позволяющими покрыть дефицит в энергетических углях и избавиться от дорогостоящих привозных углей.

Геологические предпосылки для этого имеются. Общие ресурсы бурых и каменных углей в Хабаровском крае оцениваются в 34.832 млрд т, из них 1.797 млрд т для открытой добычи, включая 1.376 млн т бурых и 421 млн т каменных углей [22]. В Амурской области общие ресурсы углей составляют 73 млрд т, в том числе подготовленных к промышленному освоению - 2.4 млрд т. Однако изученность перспективных угленосных структур и площадей очень низкая.

Кроме использования бурых и каменных углей как энергетического топлива, к перспективным направлениям, в качестве резерва энергетики и химической промышленности будущего, относится использование и переработка битуминозных углей и горючих сланцев, широко распространенных среди осадочных, в том числе угленосных формаций.

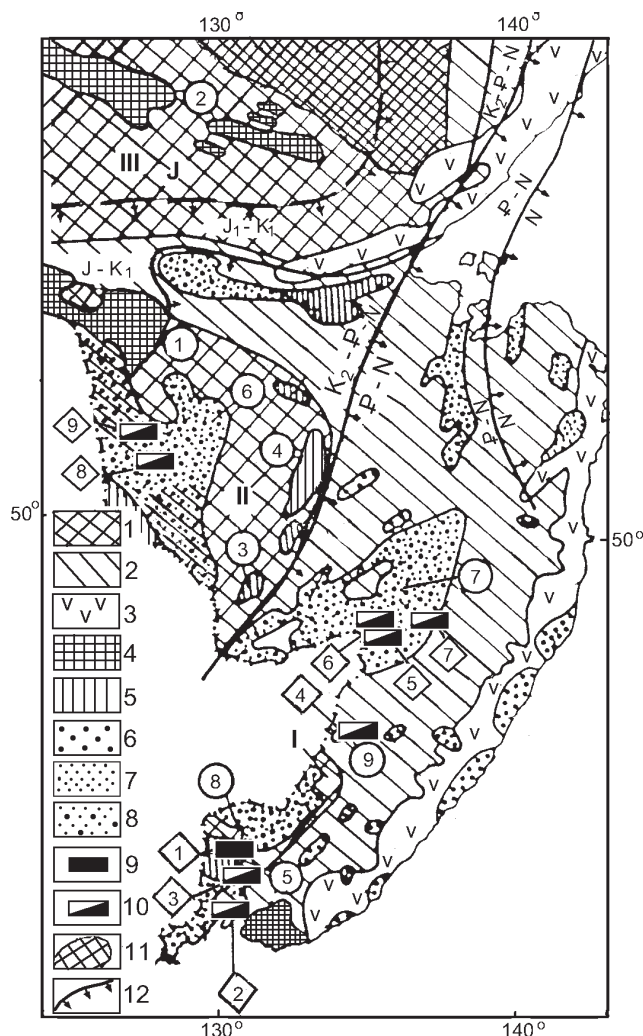
Учитывая состав и качество битуминозных углей и сланцев, рекомендуется использовать их путем наземной газификации, гидрогенизации, а также для производства горного воска, полукокса и целого ряда других химических веществ.

### БИТУМИНОЗНЫЕ УГЛИ ПРИАМУРЬЯ И ПРИМОРЬЯ

В пределах южной части Хабаровского края и Амурской области битуминозные угли встречаются, в основном, в составе угольных пластов и вмещающих их пород в буроугольных месторождениях олигоценового и миоценового возраста, реже - в составе нижнемеловых углей Буреинского каменноугольного бассейна. К рассматриваемым углям относятся в первую очередь угли группы гумолитов и сапрогумолитов, соответственно классов липоидолитов и сапрогелитолитов (по классификации ВСЕГЕИ) [11].

На северо-западе Амурской области они встречаются на Свободном и Тындинском буроугольных месторождениях, а на юге Хабаровского края - в юго-восточной части Среднеамурской (Хабаровское, Базовское, Мухенское и др. месторождения) и в Бикинской (Бикинское месторождение) впадинах. Битуминозные угли Приамурья очень сходны между собой, а также с сапрогелитолитами буроугольных месторождений Приморья олигоценового возраста, таких как Осинское, Павловское, и сопредельных районов Северо-Восточного Китая (рис. 1).

**Угли класса сапрогелитолитов, подкласса сапрогелитов**, выделяясь по своим макро- и микроскопическим признакам и химическим свойствам, имеют незначительное по сравнению с гумолитами распространение и установлены среди последних в олигоценовых-миоценовых бурых углях марки 2Б Среднеамурской и Бикинской впадин [9]. Среднее их содержание в угольных пластах не превышает 1%. На



**Рис. 1.** Схема размещения угленосных областей Юго-Востока России.

Основные структурные элементы:

1 - платформы и срединные массивы (римские цифры на схеме): I - Ханкайский; II - Буреинский; III - Восточно-Сибирская; 2 - области позднепалеозойской и мезозойской складчатости; 3 - Восточно-Азиатский вулканогенный пояс; 4-8 - Угленосные площади, бассейны и районы с угленосными толщами существенно юрского и юрско-раннемелового (4), раннемелового (5), палеогенового (6), неогенового (7), палеогенового и неогенового (8) возраста; (цифры в кружках): 1 - Верхнеамурский, 2 - Южно-Якутский, 3 - Лондоко-Бирская, 4 - Буреинский, 5 - Раздольненский, 6 - Амуро-Зейский, 7 - Среднеамурский, 8 - Приханкайский, 9 - Бикинская.

Месторождения каменных (9) и бурых (10) углей (цифры в квадратах): 1 - Липовецкое, 2 - Артемовское, 3 - Павловское, 4 - Бикинское, 5 - Хабаровское, 6 - Базовское, 7 - Мухенское, 8 - Свободное, 9 - Тыгдинское. 11 - Область распространения рифей-венд-кембрийских терригенно-карбонатных битуминозных сланцев в Аяно-Майском районе. 12 - Условные границы зон существенно юрского, юрско-раннемелового, раннемелового-палеогенового-неогенового, палеогенового и неогенового, неогенового угленакопления.

Хабаровском месторождении в отдельных угольных пластах оно достигает 65,2% (рис.2). На Бикинском месторождении они установлены преимущественно в нижних пластах углей олигоценового возраста, составляя 1,32-5,16% мощности угольной массы. Мощность пачек сапрогелитолитов - 0,05-2,1 м, чаще 0,1-0,2 м.

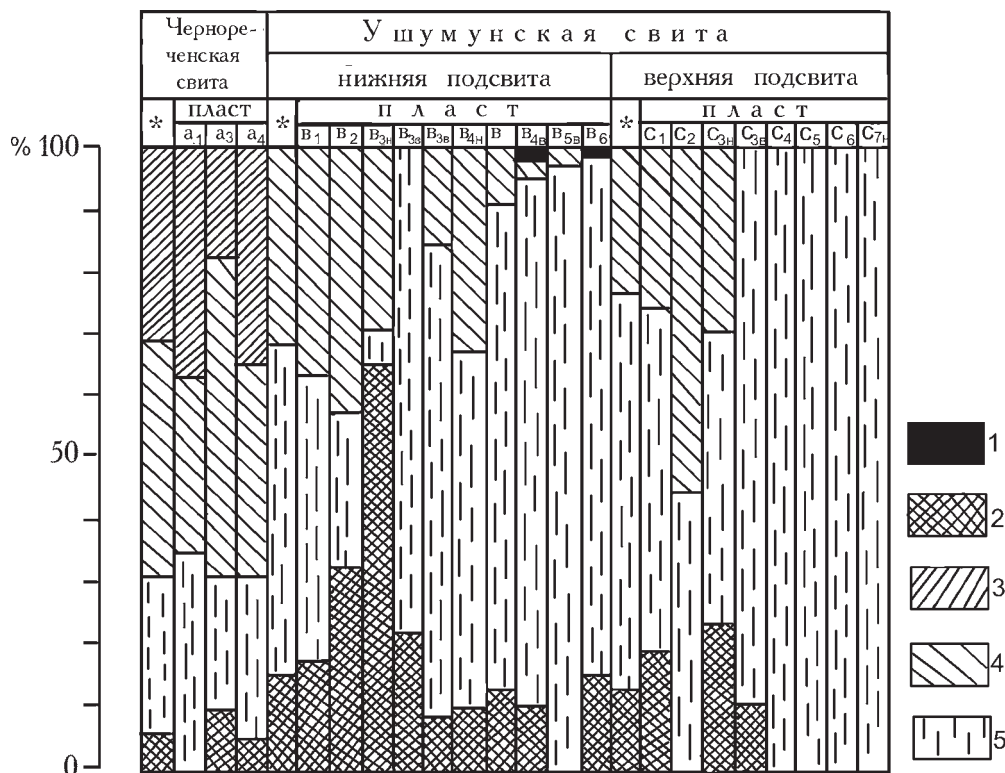
Внешне сапрогумолиты выделяются отчетливо и представлены матовыми, реже полуматовыми углями бурого, темно-бурого, иногда буровато-черного цвета с более или менее однородной и редкостриховой структурой и массивной текстурой. Они имеют неровную или плитчатую отдельность, полураковистый или неровный излом, большую плотность и вязкость. В тонкой пластинке угли загораются и тлеют с запахом жженой резины. По соотношению микрокомпонентов они относятся к одному типу - альгогелитов. Углеобразующим в последнем является сапро-витро-десмит, определяющий, в основном, битуминозность этих углей. Липоидные компоненты (микроэксинит, резинит и реже суберинито-аттрит) играют незначительную роль (до 10%).

Небольшое содержание липоидных компонентов, как и единичных водорослей, не могло обусловить те особые химические свойства, которыми сапрогелиты отличаются от других подклассов и типов углей. Сильно разложившиеся водоросли обнаруживаются только при увеличении в 400-600 раз. Включения водорослей наблюдались в углях Хабаровского и Бикинского месторождений, в последнем - в количестве от 0,5 до 2,4%.

Анализ химического состава сапрогелитолитов свидетельствует, что они по сравнению с гелитолитами характеризуются повышенным выходом летучих (56,46-73,48%), повышенными содержаниями углерода (до 75,27%) и водорода (6,28-8,1%). Теплотворная способность сапрогелитолитов значительно больше, чем у гелитолитов (6828-7376 ккал/кг). Максимальную теплотворную способность (до 7376 ккал/кг) имеют полуматовые сапрогелитолиты, а матовые - несколько меньшую (6828-7358 ккал/кг) при повышенном выходе летучих (до 73,48%) [11].

**Угли класса липоидолитов** встречаются в бурых марки 1Б углях Свободного буроугольного месторождения раннемиоценового возраста, а также в западной части Буреинского каменноугольного бассейна в составе других углей.

На Свободном месторождении угли класса липоидолитов, выделенные условно, принимают значительное участие в сложении угольных пластов I и II. Суммарное среднее содержание их изменяется от 31,2 (пласт I) до 35,5% (пласт II), максимальное содержание (до 75%) отмечено в пласте II в центральной части месторождения (рис. 3). В пласте III в южной части месторождения, где они образуют верх-



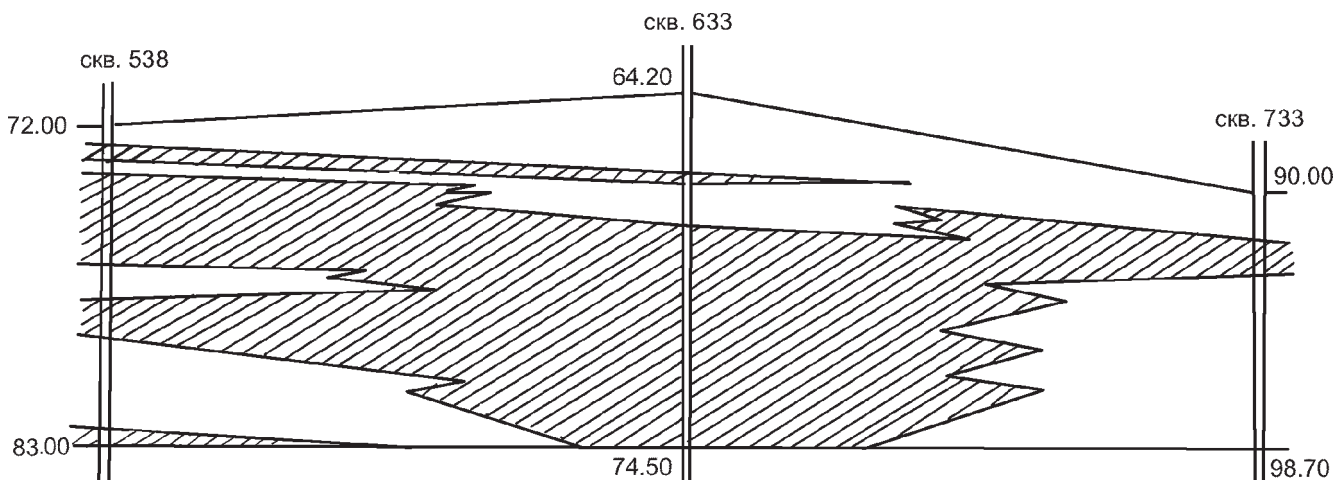
**Рис. 2.** Доля сапрогелитолитов в угольной массе угольных пластов Хабаровского бурогоугольного месторождения.

1 - тусклоблестящий витреновый уголь; 2 - сапропелево-гумусовый (сапрогелитолитовый) уголь; 3 - полублестящий уголь; 4 - полуматовый уголь; 5 - матовый уголь; \* - среднее содержание по свите, подсвите.

нию, реже среднюю часть, их содержание падает до 16%. Мощность пачек липоидолитов изменяется здесь от 0,20 до 1,80 м, максимальная мощность до 7,5 м отмечена в средней и верхней частях угольного пласта II. Залегают эти угли среди гелитолитов, реже образуют прослои во вмещающих породах [12]. По внешнему виду липоидолиты отличаются преобладанием светло-коричневых разностей (около 50%). В равном соотношении с ними (примерно по 25%) находятся коричневые и серовато-коричневые угли. Большая часть липоидолитов обладает однородной структурой и массивной, реже неясно-слоистой текстурой. Благодаря землистому облику и однородно-

сти строения угли имеют неровный излом и неправильную (кусковатую) форму отдельности. В плотных разностях наблюдается волнистая поверхность раскола, напоминающая полураковистый излом. Из минеральных примесей в них наиболее часто наблюдаются белесые глинистые включения. Расположение органических и неорганических включений чаще беспорядочное. Зольные разности встречаются среди серовато-коричневых углей. В целом угли плотные и вязкие (для данной стадии углефикации), среди зольных - нередко очень плотные и вязкие.

Угли класса липоидолитов выделяются преимущественно под микроскопом и отчасти по внеш-



**Рис. 3.** Свободное бурогоугольное месторождение. Пример распространения в разрезе и доля участия липоидолитов (заштриховано) в сложении II пласта угля.

Таблица. Характеристика углей группы сапрогумолитов класса сапрогелитолитов и гумолитов класса липоидолитов [11-13].

Месторождение, участок	Углефикация	Возраст	Групповой петрографический (мацеральный) состав, %				Химический состав W <sup>a</sup>
			Vt(H)*	F(I)	L	Vt(H)+Alg(Lal)	
Хабаровское	2Б	P <sub>1-3</sub> -N <sub>1</sub>	2.6-12.0	3.7-7.7	2.0-8.7	80.9-88.3	4.93-11.12
Базовское	2Б		-	-	-	-	9.11-12.12
Мухенское	2Б		19.6-39.2	-	1.6-5.3	55.5-78.8	7.24**
Бикинское	2Б		10.0-33.0	-	4.8-10.2	54.4-82.5	1.28-11.59
Свободное	1Б	N <sub>1</sub>	6.2-31.2	3.0-38.8	2.0-8.8	50.8-66.0	7.07-11.0
Участки междуречья Ныргы-Ургала и Большого Иорика – Малого Иорика Буреинского бассейна	Д	K <sub>1</sub>	27.7-48.6	2.2-0.6	50.9-66.9	-	-
Месторождение, участок	Химический состав %						
	A <sup>d</sup>	St <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	C <sup>daf</sup>	H <sup>daf</sup>	Q <sub>s</sub> <sup>daf</sup> ккал/кг	Q <sub>s</sub> <sup>daf</sup> МДж/кг
Хабаровское	14.84-39.58	0.27-0.34	59.21-67.0	70.35-71.14	7.02-7.56	6837-7358	28.65-30.83
Базовское	34.26-43.48	-	60.26-62.73	-	-	-	-
Мухенское**	21.46	-	63.81	63.68	6.56	6926	29.02
Бикинское	12.16-41.65	0.49-0.62	59.13-73.48	69.13-72.04	6.28-8.10	6828-7376	28.61-30.91
Свободное	6.17-12.49	0	61.88-71.14	67.87-71.72	6.40-7.46	6750-7487	-
Участки междуречья Ныргы-Ургала и Большого Иорика – Малого Иорика Буреинского бассейна	22.19-50	-	40.31-50.14	73.43-80.17	5.32-5.94	7100-7659	29.75-32.09

**Примечание.** \* В скобках даны индексы групп мацералов, согласно ГОСТ 12112-78, 1987 г. [8]. \*\* Приведены только единичные определения. Прочерк – подсчёты и химические анализы не проводились.

нему виду в куске. В большей мере (50-75%) они сложены желтой бесструктурной или слабоструктурной основной массой, условно относимой к липоидо(суберинито)-десмиту, и в меньшей (25-50%) - гелифицированными, фюзинизированными и собственно липоидными (экзинитом, суберинитом и др.) компонентами.

Угли класса липоидолитов отличаются от сапрогелитолитов повышенным содержанием микрокомпонентов группы фюзинита, несколько меньшим суммарным содержанием компонентов группы витринита и основной массы, а по химическому составу - небольшой зольностью (до 12,5%), повышенным в среднем выходом летучих (61,88-71,14%) и повышенной (для данной стадии углефикации) теплотворной способностью (6750-7487 ккал/кг) (табл.). Сапрогелитолиты и липоидолиты генетически отнесены к фации топяных болот, имевших связь с озером. Липоидолиты Свободного месторождения характеризуются по сравнению с гелитолитами повышенной калорийностью и битуминозностью, повышенным выходом смол и воска. Выход первичной смолы составляет в целом для углей Свободного месторождения 14-21%, т.е. несколько больше по сравнению с другими бурными углями Приамурья, в частности с бикинскими (7,69-16%). Значительное распространение липоидолитов по площади месторождения позволяет более уверенно говорить о практических

возможностях их использования в качестве сырья для химической промышленности [25].

От известных палеогеновых и неогеновых углей, расположенных в Хабаровском и Приморском краях, угли Свободного месторождения, в том числе и липоидолиты, отличаются не только меньшей степенью углефикации (1Б), но и внешним обликом и химическим составом. Микроскопически при относительно равном содержании, но иногда при несколько большей степени разложения лигниноцеллюлозных тканей они в первую очередь характеризуются присутствием значительного количества (в среднем 66%) малозольной желтой основной массы, большим содержанием фюзена и значительным участием липоидолитов в сложении угольных пластов (в среднем по всем пластам до 50%). В углях других месторождений липоидолиты отсутствуют, а установленные в них сапрогелитолиты составляют не более 1%, и лишь в отдельных пластах Хабаровского месторождения их содержание достигает в среднем 10% [14]. Тем не менее, ряд признаков говорит о сходстве выделенных условно липоидолитов Свободного месторождения с сапрогелитолитами Среднеамурской и Бикинской впадин. Определение точными методами природы желтой основной массы липоидолитов Свободного бурогоугольного месторождения и уточнение их классификационного положения в связи с возможным неэнергетическим их использованием - задача дальнейших исследований.

В Буреинском каменноугольном бассейне суббитуминозные угли группы гумолитов, класса липоидолитов, подкласса липоидотитов встречаются в составе длиннопламенных углей в его западной части [13]. Они участвуют (от 1,1 до 20,7%) в сложении как верхних, так и нижних угольных пластов ургальской, солонийской и дубликанской свиты позднеюрско-раннемелового возраста (в среднем по двум участкам, составляя 8,6 и 2,9%). Максимальные их содержания (20,7 и 17,2%) характерны для нижних угольных пластов Ургал-1 (междуречье Нырты-Ургала) и ur-1 (междуречье Большого Иорика-Малого Иорика).

Липоидотиты представлены одним типом. Это матовые (52%) и полуматовые (48%) линзовидно-полосчатые угли с редкотонкоштриховатой основой. Иногда встречаются почти однородные их разновидности. От битуминозных бурых углей Приамурья сапропелево-гумусового ряда и липоидолитов Свободного бурогоугольного месторождения они отличаются не только большим метаморфизмом (марки Д), но, в первую очередь, резко повышенным содержанием собственно липоидных микрокомпонентов (резинита, экзинита, кутинита, реже суберинита), составляющих 50,9-66,9% (в среднем 57%). Кроме того, их отличает большее, чем в бурых углях, содержание микрокомпонентов группы витринита (в среднем 41-42%). Зольность их (в среднем 31-32%), как и для большинства углей Буреинского бассейна, значительна. Выход летучих по сравнению с бурыми углями гораздо ниже за счет повышения степени их метаморфизма, но выше, чем во всех других типах углей в этом бассейне. Гелитолипидотиты характеризуются также повышенным содержанием водорода (в среднем 5,57%) и высокой теплотворной способностью (в среднем 7430 ккал/кг) по сравнению с гелитолитами [13]. Ввиду незначительного распространения по площади суббитуминозные угли Буреинского бассейна представляют лишь научный интерес.

В Приморском крае известно около 100 месторождений и проявлений каменных и бурых углей. Промышленное значение имеют месторождения каменных углей мелового и бурых углей палеоген-неогенового возраста [25]. Некоторые угли Приморья, в том числе и битуминозные, исследовались в течение ряда лет с точки зрения пригодности их для комплексного газотехнологического использования не только в лабораторных условиях, но и в опытно-промышленном масштабе по схемам, уже реализованным в промышленности [15].

Угли Артемовского месторождения неоднократно подвергались технологическим исследованиям. Еще в середине 30-х годов во Всесоюзном научно-исследовательском институте газа и жидкого топлива артемовский уголь был газифицирован в опыт-

ном газогенераторе в кипящем слое на парокислородном дутье. Газификация прошла с положительным результатом. Поскольку в полученном газе содержалось повышенное количество метана, он не был признан качественным сырьем для химической промышленности, а был рекомендован для использования в качестве отопительного газа при обогреве сушильных устройств, нагревательных печей и т.п. [15].

В 1947 г. в г.Лейпциг была отправлена партия артемовского угля, где в Горной академии проводилось его химическое исследование. Было установлено, что уголь непригоден для полукоксования из-за малого выхода смолы (4,5%) и низкого ее качества. Одновременно с этим было дано заключение о возможности использования артемовского угля для получения газа (для городских целей) методом газификации под давлением по способу Лурги и методу Фишера-Тропша в газогенераторах высокой производительности.

Подгородненское каменноугольное месторождение раннемелового возраста разрабатывается с начала 90-х годов. В составе углей преобладают угли класса гелитолитов. Угли относятся к марке Т [25]. В 1944 г. подгородненский уголь был подвергнут опытной газификации на водяной газ в промышленном газогенераторе. Несмотря на высокую зольность испытываемого угля, был получен водяной газ с довольно высокой теплотой сгорания - 2500 ккал/м<sup>3</sup>. Для получения бытового газа из подгородненского угля рекомендовалось использовать метод метанирования с целью повышения теплоты сгорания газа до необходимого уровня - 4000 ккал/м<sup>3</sup>. Так как запасы Подгородненского месторождения невелики, рекомендовалось использовать в качестве резерва тощие угли Суражевского месторождения [15].

В Раздольненском бассейне наиболее изучено и освоено Липовецкое месторождение, эксплуатируемое с 1909 г. Угли Липовецкого месторождения имеют раннемеловой возраст и относятся к марке Д [9]. В их составе преобладают угли класса липоидолитов, сложенные смоляными тельцами (резинитом), так называемые рабдописситы [25]. Раздольненские липтобиолитовые угли (рабдописситы) неоднократно обращали на себя внимание как возможное сырье для получения искусственного жидкого топлива и других продуктов углехимической промышленности, так как при полукоксовании они дают от 17 до 30% дегтя в расчете на горючую массу. В истории освоения Липовецкого месторождения известны два случая практического использования углей для химической переработки. В 20-е годы, начиная с 1922 г., в пос. Липовцы работал опытный завод, оборудованный одной непрерывно действующей вертикальной ретортой типа Ролле. Перегонке на жидкое

топливо и масла подвергался рядовой уголь. Из 100 т небогатого угля получили 6400-7200 кг дегтя, из которого отгоняли 320 кг “красного масла”. Получаемые на заводе продукты детально описаны, в ряде работ отмечалась высокая ценность липовецкой смолы как сетепропиточного средства [5, 17]. В 1944-1945 гг. на Дальзаводе во Владивостоке работала установка по полукоксованию рядового угля Липовецкого месторождения. Она состояла из тоннельной печи периодического действия с внутренним обогревом и производительностью 20 т угля в сутки. За время эксплуатации установки было переработано 2620 т угля [18]. Продукты полукоксования находили разнообразное применение. Полукокк использовался полностью как энергетическое бездымное топливо, пек (с высокой температурой плавления) - для городского строительства. Бензино-лигроин (1370 кг на 100 т угля) находил сбыт как “бензин военного времени” в автохозяйстве Дальзавода. Кроме указанных продуктов из липовецких углей получали керосин, парафиновое масло и феноляты. Керосин употреблялся как растворитель для промывки деталей механизмов, парафиновое масло - как поглотитель для газового бензина. Продукты переработки липовецких углей находили применение и в медицине. Феноляты передавались в лабораторию Приморского главного аптечного управления, где из них производилась черная карболка для дезинфекции. Там же получали креозот и лизол для медицинских целей [16].

Промышленная переработка липовецкого липтобиолита с целью получения отопительного газа в течение 40 лет производилась на Кипарисовском стекольном заводе Приморского края. Отопительный газ получался в газогенераторах, работавших на воздушном дутье. Производился газ с теплотворной способностью 1000-1200 ккал, что было вполне достаточно для плавления стекольной шихты [15,25].

В качестве побочного продукта газификации углей получался деготь, который накапливался в колодцах. В течение 1 месяца газогенераторы перерабатывали 300 т липовецкого угля. При 2%-ном выходе смолы общее количество накапливающегося при газификации дегтя составляло около 6 т/мес.

Проведенные работы позволили еще в 1961 г. рассмотреть несколько вариантов местного газоснабжения на базе углей Подгородненского, Артемовского и Липовецкого месторождений.

Приведенные выше примеры практического нетопливного использования липтобиолитовых углей Раздольненского бассейна не исчерпывают всех возможностей этого направления [25]. Свидетельство тому - результаты многих опытных работ по получению всевозможных материалов из смолы ли-

повецких рабдописситов и использованию их в различных отраслях народного хозяйства. Большая заслуга в этом принадлежит С.С.Томских, которая более 20 лет занималась разработкой этой проблемы. Под ее руководством и при непосредственном участии проведена большая работа и накоплен положительный опыт по рациональному комплексному использованию природного органического сырья липовецких рабдописситов [19,20]. По ряду направленных результатов работ С.С.Томских доведены до практического внедрения в производство некоторых предприятий и служб Главвладивостокстроя, треста “Подземстрой”, Дальневосточного морского пароходства, объединения “Дальхимпром”, Океанского фанерного завода [20].

Все имеющиеся данные однозначно свидетельствуют о необходимости нетопливной переработки углей Раздольненского бассейна, о возможности создания в крае соответствующего вида химической промышленности. В настоящее время, несмотря на уникальность раздольненских липтобиолитовых углей и содержание в них ценных компонентов, они используются только в качестве энергетического топлива.

С 1985 г. объединением “Приморгеология” начато планомерное изучение раздольненских углей как сырья для технологической переработки, однако практических шагов для реализации этих углей в промышленности до сих пор нет.

#### **БИТУМИНОВЫЕ УГЛИ И ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ВОСТОЧНОГО КИТАЯ**

В сопредельных районах Восточного Китая нет крупных месторождений собственно битуминозных углей и горючих сланцев (точнее, сапропелевых и гумусово-сапропелевых углей и сапропелево-глинистых пород: битуминозных углистых и слабоуглистых аргиллитов и алевропелитов). Обычно они приурочены к мезозойским, чаще кайнозойским месторождениям каменных и бурых углей.

Так называемые “горючие сланцы” Северо-Восточного Китая представляют собой тонкозернистые или глинистые породы, насыщенные в большинстве случаев тонкорассеянным углистым и сапропелевым веществом, дающим небольшое содержание “битумов”. Несмотря на низкое качество, они, как показывает практика их промышленного использования, могут успешно перерабатываться для получения жидкого топлива и других продуктов.

Кроме того, в Восточном Китае встречаются битуминозные угли, сложенные смоляными тельцами, так называемыми рабдописситами - аналогами рабдописситовых углей Липовецкого месторождения на юго-западе Приморского края. В Восточном Китае они встречаются на севере Ханкайской впадины среди

нижнемеловых месторождений каменного угля Баоцинской зоны в 40 км юго-западнее г. Баоцин.

Валанжин-альбские месторождения Баоцинской зоны выделяются очень большой мощностью угленосной толщи (до 4000 м) и большим количеством угольных пластов (до 20) часто небольшой мощности (0,5-1 м). Иногда наряду с тонкими встречаются и очень мощные пласты (до 85 м) сложного строения. Наряду с гелитами и липоидогелититами здесь встречаются и смоляные липтобиолиты (рабдописситы) средней зольности, марки Д.

Более широко в Восточном Китае распространены кайнозойские битуминозные (сапропелевые и гумусово-сапропелевые) угли и "горючие сланцы", в частности в Муданьцзянской впадине [14].

Об угленосности и составе углей из кайнозойских отложений Ханкайской впадины на территории Восточного Китая известно мало. Однако можно предположить, что среди комплекса широко развитых аллювиально-озерных и руслово-пойменных отложений палеоген (олигоценового?)-неогенового возраста здесь развивались также болотные фации, аналогичные известным на территории Приморского края России, где к развитым в пределах Ханкайской впадины олигоцен-миоценовым отложениям приурочено несколько значительных месторождений бурых углей.

По данным Туй Юймина с соавторами [24], палеогеновые угленосные формации с приуроченными к ним горючими сланцами сформировались в период между двумя вулканическими циклами и располагаются, главным образом, в краевых зонах вулканических областей. Поскольку накопление их ограничено и во времени, и в пространстве, они характеризуются небольшой мощностью, как в целом (2-40 м), так и отдельных угольных пластов (0,6-14 м). Примером являются формации Лицзытоу и Лаоутай, сложенные угольными пластами и горючими сланцами в палеогеновом бассейне Фушунь, где ниже залегают базальты.

Изучение горючих битуминозных сланцев Фушуньского месторождения олигоценового возраста показало, что они очень сходны с сапрогелитолитами Приамурья и Приморья: матовые, однородные, большой плотности [11]. В тонких пластинках они загораются от спички и горят коптящим пламенем с запахом жженой резины. В ультрафиолетовом свете в них отмечается большее, чем в сапрогумолитах Приамурья, количество светящихся точек. Для Фушуньских сланцев также характерна тонкая отсортированность органического и неорганического материала. Органический материал представлен гелифицированным атритом (14-21%), единичными фюзинизированными обрывками растительных тканей, обрывками кутина (0,2-1,3%), а также светло-жел-

тыми включениями без признаков внутренней микроструктуры (0,3-1%). Последние, по-видимому, представляют собой остатки водорослей неопределенного рода. Цементирующим компонентом является сапропелево-известковисто-глинистая основная масса (78-84%). Включения водорослей, вместе с сапропелевой частью основной массы, по-видимому, и дают характерное точечное голубовато-зеленоватое свечение [11].

Состав Фушуньских горючих сланцев (уд. вес 1,8-2,68 (2,17)\* следующий (%): зола - 69,09-84,61(77,8); вода 2,3-9,5 (5,39); полукокс - 78,2-92,8 (86,3); летучие - 11-29,5 (17,28); азот - 0,21-0,74 (0,44); нефть - 4,29-15,33; остаток - 74,66-85,33; летучие вещества: газ при сгорании - 3,18-6,02; летучие без воды - 14,67-25,34; связанный углерод - 8,22-14,87; азот - 0,377-0,843; зола - 59,82-75,52 [27].

Фушуньские горючие сланцы давно служат в КНР сырьем для получения нефти методом экстрагирования при сухой перегонке [27]. По-видимому, их можно отнести к пиробитуминозному типу горючих сланцев или к собственно горючим сланцам [10].

Таким образом, между битуминозными углями и горючими сланцами Приамурья, Приморья и Восточного Китая имеется много общего, хотя последние в Приамурье менее изучены. Эта общность, в первую очередь, является генетической, так как рассматриваемые угли в большинстве своем относятся к двум классам - липоидолитов и сапрогелитолитов. В Восточном Китае, как и в Приморье (Раздольненский бассейн), липоидолиты, а также имеющиеся здесь липтобиолиты представлены смоляными углями - рабдописситами. В Амурской области на Свободном бурогольном месторождении липоидолиты - угли с преобладанием желтой бесструктурной основной массы до конца не выясненного состава. В сложении пластов углей липоидолиты составляют в среднем около 33%.

Заслуживает внимания дальнейшее изучение возможно битуминозных углей и углистых прослоев кындальской свиты (K<sub>1</sub>-K<sub>2</sub>) Буреинского каменноугольного бассейна, как аналогов горючих сланцев свиты далацзы, развитых среди отложений мезозойских впадин Гиринской провинции Восточного Китая, а также сапрогелитолитов и углистых пород Среднеамурской впадины, особенно в связи с возобновлением в последние годы в Приамурье поисково-разведочных и тематических работ на нефть и газ.

Повышенный интерес представляют также битуминозные угли, горючие сланцы Приморья и в первую очередь - рабдописситы Раздольненского бассейна.

\* Здесь и далее в скобках дано среднее содержание

## БИТУМИНОЗНЫЕ ПОРОДЫ И ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ УЧУРО-МАЙСКОГО БАССЕЙНА

Первые сведения о наличии горючих сланцев, битуминозных карбонатных пород и нефтепроявлений в пределах Аяно-Майского района Хабаровского края были получены в 1937 году, благодаря работам В.З.Скорохода [6].

Анализ накопленных материалов однозначно свидетельствует, что площади распространения рифей-венд-кембрийских терригенно-карбонатных комплексов в бассейнах рек Учур, Аим, Мая, Юдома Аяно-Майского района обладают реальными перспективами на выявление крупных промышленных скоплений горючих сланцев и углеводородного сырья. Наиболее интересная в этом отношении территория находится в долине реки Май вниз от приустьевых частей её притоков Нет и Челасин до места впадения в реку Юдома. Эта территория распространения рифей-венд-кембрийских комплексов выделяется в качестве Учуро-Майского нефтеносного бассейна (УМНБ).

В начале шестидесятых годов проводились тематические исследования по изучению разрезов нефтегазоносных комплексов пород, проявлений нефти по рр. Мая, Юдома и др., гидрогеологии региона в связи с нефтегазоносностью [3,4,26]. В 30-е годы на западном склоне Лахандинской структуры пробурена нефтепоисковая скважина глубиной около 600 м, вскрывшая на глубине 513 м кавернозные доломиты, каверны которых были заполнены нефтью. По всему разрезу скважины отмечаются разного типа нефтепроявления [7].

Наиболее перспективной представляется верхнепротерозойская малгинская свита майской серии, сложенная плитчатыми пелитоморфными, иногда мергелистыми известняками с прослоями и горизонтами (мощностью до 50 и более метров) черных горючих сланцев и битуминозных известняков [6]. Отложения свиты испытывают значительные колебания мощности от 100-150 м в западной части территории до 250-300 м восточнее Нельканского надвига.

Породы вышележащих ципандинской и лахандинской свит содержат точечные скопления нефти, битумов, асфальтитов, а также отдельные прослои битуминозных известняков и черных аргиллитов. В западной части района ципандинская свита обладает мощностью 370-400 м, лахандинская – 300-500 м, а в восточной - мощность первой увеличивается до 600 м, второй – до 800-900 м.

Отложения позднего протерозоя (кандыкская свита) сложены прибрежно-морскими терригенными породами. Часто по разрезу свиты встречаются темно-серые битуминозные песчаники, издающие при нагревании резкий запах битума, и содержащие включе-

ния и мелкую вкрапленность горючей серы. Мощность свиты колеблется от 400 м до 1700 м.

Карбонатные отложения нижнего кембрия также содержат прослои битуминозных алевролитов, горючих сланцев, битуминозных известняков. Общая мощность кембрийских отложений изменяется от 130 до 850 м, чаще - в пределах 300-700 м. Породы нередко содержат до 0,2% битумов нефтяного ряда.

Таким образом, общей особенностью разреза Учуро-Майского бассейна является широкое развитие битуминозных карбонатно-терригенных формаций, сходных с куонамской битуминозной формацией Сибири, заметная обогащенность их органическим веществом. Это обстоятельство позволяет отнести данные образования к формациям доманикоидного типа, характеризующимся особыми условиями образования [1, 2].

Палеонтологические исследования показали, что основным источником органического вещества карбонатно-сланцевых формаций позднего докембрия в Сибири были автотрофы - сине-зеленые планктонные водоросли с появлением в конце позднего рифея и в венде также более сложных форм водорослей и первых многоклеточных бесскелетных организмов. В кембрии появляются красные и зеленые водоросли, а также скелетная фауна - хиолиты, археоциаты, брахиоподы, трилобиты. Совместная седиментация карбонатно-терригенного материала и органического вещества является ведущим фактором накопления доманикоидных формаций [1].

Фациально-палеогеографический анализ формаций показал, что доманикоидные отложения формировались в условиях палеовпадин морского дна. Обогащение накапливавшихся осадков органическим веществом происходило в трансгрессивные и регрессивные стадии осадконакопления [2,3].

Кроме высоких перспектив нефтегазоносности района, отмеченных многими исследователями, самостоятельный интерес в Учуро-Майском бассейне представляют и горючие сланцы. Они приурочены к разрезам многих свит позднего докембрия и кембрия и широко распространены по площади района. Выходы их на дневную поверхность отмечались в многочисленных обнажениях в среднем течении р. Май, в низовьях р. Юдомы.

Битуминовые горючие сланцы Учуро-Майского бассейна совершенно не изучены в отношении пригодности и возможности использования их в качестве сырья для энергетической или химической промышленности. Сочетание их в разрезе с многочисленными проявлениями нефти и газа говорит в пользу высокой оценки и перспектив нефтегазоносности этой территории [21,23]. Однако и сами по себе эти горючие сланцы несомненно представляют боль-



шой интерес как в научном плане, так и для их практического применения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье показана значительная распространенность битуминозных разностей угля в угленосных комплексах Приамурья и Приморья и битуминозных пород, горючих сланцев в Учуро-Майском районе, несомненная целесообразность их выявления, комплексного изучения и раздельного (от энергетических углей) освоения, рациональной переработки. Значительная доля участия битуминозных углей в строении угольных пластов свидетельствует, что ресурсы их в рассматриваемом регионе огромны.

Тем не менее, проблема их выявления, изучения, оценки углеводородного сырья на рассматриваемой территории не разрабатывается. Битуминозные угли в общей массе угольных пластов выделяются не всегда, геолого-экономическая оценка их обычно не проводится, в балансе запасов они не учитываются. Не учтены ресурсные возможности и горючих сланцев, значимость которых в экономике России будет возрастать по мере исчерпания нефтяных и газовых ресурсов.

Очевидна необходимость ведения работ в двух основных направлениях: по битуминозным углям и горючим сланцам.

По битуминозным углям угленосных комплексов - необходимо выявление, изучение, учет особой строкой в балансе запасов, с последующей их раздельной (от энергетических углей) отработкой и комплексным рациональным использованием. В настоящее время первоочередного внимания, в этой связи, заслуживают битуминозные угли Раздольненского угольного бассейна в Приморье, Свободного, Тыгдинского месторождения в Амурской области.

По горючим сланцам - выявление, изучение областей их распространения, прогнозный и более детальный подсчет запасов, оценка технологических особенностей извлечения, качества битума, рациональных путей освоения месторождений и использования сырья. Особого внимания на территории Хабаровского края заслуживают битуминозные горючие сланцы Аяно-Майского района.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтуров С.Ф. Битуминозные карбонатно-сланцевые формации Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. 125 с.
2. Бахтуров С.Ф., Евтушенко В.М., Переладов В.С. Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. 161 с.
3. Бутенко Б.П., Варнавский В.Г. Условия формирования осадочного чехла юго-восточной части Сибирской платформы и перспективы его нефтегазоносности (на примере территории бассейна р.Май) // *Вопр. геологии осадоч. формаций юга Дальнего Востока*. Владивосток, 1973. С. 20-35.
4. Варнавский В.Г. Горючие полезные ископаемые. Нефть, газ, горючие сланцы // *Геология СССР. Т. XIX. Хабаровский край и Амурская область. Полезные ископаемые*. М., 1976. С. 52-60.
5. Витгефт Б.И. Липовецкие копи и значение их углей для Приморья // *Советское Приморье*. Владивосток, 1926. № 3-4. С. 26-31.
6. Геология СССР. Т. XIX. Хабаровский край и Амурская область. Ч. I. Геологическое описание. М.: Недра. 1966. 736 с.
7. Геология СССР. Т. XIX. Хабаровский край и Амурская область. Полезные ископаемые. М.: Недра. 1976. 271 с.
8. ГОСТ 12 112-78,87. Угли бурые. Метод определения петрографического состава. М.:Изд-во стандартов, 1978, 1987. 20 с.
9. ГОСТ 25543-88. Угли бурые, каменные, антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. М.: Изд-во стандартов, 1988. 20 с.
10. Жемчужников Ю.А., Гинзбург А.И. Основы петрологии углей. М.: Наука, 1985. 145 с.
11. Крапивенцева В.В. Угли Среднеамурской и Бикинской впадин. М.: Наука, 1972. 135 с.
12. Крапивенцева В.В. Особенности петрографического и качественного состава углей Свободного бурогоугольного месторождения // *Вопросы литогенеза юга Дальнего Востока*. М., 1977. С.60-77.
13. Крапивенцева В.В. Угленосная формация Буреинского бассейна. М.: Наука, 1979. 148 с.
14. Крапивенцева В.В., Китаев И.В. Битуминозные угли Приамурья и Восточного Китая // *Проблемы угольной геологии Востока СССР*. Владивосток, 1990. С.52-66.
15. Мизь Н.Г., Старовойтов В.Е. Химико-технологическое использование углей Приморья // *Проблемы угольной геологии Востока СССР*. Владивосток, 1990. С. 48-51.
16. Миرونюк В.Ф. Об использовании фенолов первичной смолы в химико-фармацевтической промышленности края // *Тр. ВХО им. Д.И. Менделеева*. 1947. Вып.1. С. 13.
17. Пентегов Б.П. Ископаемые угли Дальнего Востока // *Производительные силы Дальнего Востока. Промышленность*. Хабаровск; Владивосток, 1927. Вып.6. С. 151-164.
18. Раковский В.Е., Томских С.С. Липтобиолиты. Владивосток, 1975. 180 с.
19. Томских С.С. Влияние компонентов липтобиолитовой природы на структуру и свойства углепластиков // *ХТТ*. 1978. № 3. С.164-169.
20. Томских С.С. Исследование терморезистивных композиций и полимерных защитных покрытий в электромагнитном поле // *Материалы 26-ой науч.- техн. конф.* Владивосток, 1980. 98 с.
21. Троян В.Б., Беспалов В.Я., Гагаев В.Н. и др. Оценка ресурсов нефти и газа Хабаровского края, перспективные объекты, основные направления ГРП до 2005 г. и на перспективу // *Тез. докл. Науч.- практ. конф. Перспективы развития и освоения топливно-энергетической базы Дальневосточного экономического района, углеводородных ресурсов шельфа морей Северо-Востока и*

- Дальнего Востока России. Хабаровск, 25-29 мая, 1998. С. 47.
22. Троян В.Б., Малыгин В.И., Емельянов Н.П., Варнавский В.Г., Крапивенцева В.В. Результаты оценки угленосности осадочных бассейнов Хабаровского края, направления ГРП и перспективные объекты // Там же. Хабаровск, 25-29 мая 1998. С. 89-90.
23. Троян В.Б., Родионов С.М. Перспективы нефтегазоносности, важнейшие направления и объекты ГРП в Аяно-Майском районе Хабаровского края // Там же. Хабаровск. 25-29 мая. 1998. С. 48.
24. Туй Юймин, Ли Цзыцзунь, Пень Гелинь и др. Тектоническая эволюция угленосных бассейнов Северо-Восточного Китая // Геология, геофизика, геохимия и металлогения зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану / 1-ый Сов.-Кит. симп. (13-17 сент. 1987, г. Находка, СССР): Тез. докл. Владивосток, 1987. С.185-187.
25. Угольная база России. Т.V, кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО). М. ЗАО "Геоинформарк", 1997. 371 с.
26. Ярмолук В.А., Варнавский В.Г. Перспективы нефтегазоносности Аяно-Майского района Хабаровского края // Сов.геология. 1964. № 6. С. 23-31.
27. Kunio Uwatoco. The oil shale deposit of Fushun, Manchuria // Journal of the Faculty of Science of Hokkaido. Imperial University. Ser. IV. Geology and Mineralogy. 1931. V. 1, N 2.

Поступила в редакцию 20 января 1999 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

*V.V. Krapiventseva, V.G. Varnavsky, V.E. Kuznetsov*

#### **Bituminous coals and shales of the southern Far East**

Southeastern Russia is characterized by considerable potential coal reserves. In the region under consideration, Paleogene-Neogene brown coals and Lower Cretaceous bituminous coals are well developed (Khabarovsk, Bazovsky, Mukhen coal deposits, Bureya coal field in the Khabarovsk Territory, Svobodny and Tynda deposits in the Amur Region, and Bikin, Pavlovsky coal deposits and Razdolny coal field in Primorye). Combustible shales and bituminous limestones are widely distributed among Riphean-Cambrian sedimentary complexes in the southeastern Siberian platform (Khabarovsk Territory). They are compared with those of East China as non-traditional targets and possible hydrocarbon resources for the future power and chemical industry.